

Data Acoustics

Autor: Gonzalo Cavada Tacussis

Presentado a la Escuela de Diseño el X de Septiembre de 2016 como parte de los requerimientos para cumplir con el grado de Master en Diseño

Derechos de autor según decreto Rectoría de propiedad intelectual de la UAI

Abstract

INDICE

- 1.- Introducción
- 2.- Antecedentes teóricos e históricos.
 - 2.1- Material Soundwaves
 - 2.2- Sound and Space
 - 2.3- Data development
 - 2.4- Sound society and information
 - 2.5- Sonification
 - 2.6- Sound spatilization.
- 3.- Estudios de Caso
 - 3.1 "Im Sitting in a Room" Alvin Lucier 1977
 - 3.2 Prometheus, various artists. Venice 1977
 - 3.3 The Game of Life, TU Delft 1990
 - 3.4 4D Sound, 2014
- 4.- Metodologia
- 5.- Proyecto
- 6.- Conclusiones

1.- Introducción

In the very beginning of Noise. The Political Economy of Music, Jacques Attali :

“ For twenty-five centuries, Western knowledge has tried to look upon the world. It has failed to understand that the world is not for the beholding. It is for hearing. It is not legible, but audible. Our science has always desired to monitor, measure, abstract, and castrate meaning, forgetting that life is full of noise and that death alone is silent: work noise, noise of man, and noise of beast. Noise bought, sold, or prohibited. Nothing essential happens in the absence of noise “

Según Attali, es necesario dejar de “ver” y comenzar a “escuchar”, sin embargo esta investigación busca proponer el sonido, en toda su dimension, como una herramienta ya sea única o complementaria en nuestra forma de percibir y dibujar la realidad.

Esta tesis explora la percepción espacial a través del sonido. Utilizando técnicas de especialización sonora, intento agregar una nueva capa de expresión y transformación espacial, por ejemplo, como puedo hacer un espacio mas o menos transparente, pequeño, grande, regula, irregular, blando, duro, etc. Esta aproximación puede tener muchas resultantes o aplicaciones, en este caso la investigación esta centrada en como, usando el sonido, podemos permear nuevas capas de información al espacio físico.

En 1969, el compositor Alvin Lucier presento “ I Am Sitting in a Room ” en donde narra y graba un texto, que luego es reproducido y vuelto a grabar, una y otra vez. Ya que todos los espacios tiene cualidades acústicas distintas el efecto es que ciertas frecuencias son gradualmente exaltadas a medida que resuenan en el espacio, hasta que eventualmente las palabras se vuelven inteligibles, siendo reemplazadas por armonías y tonos resonantes generados por las características mismas del espacio. El texto narrado es el siguiente:

“ I am sitting in a room different from the one you are in now. I am recording the sound of my speaking voice and I am going to play it back into the room again and again until the resonant frequencies of the room reinforce themselves so that any semblance of my speech, with perhaps the exception of rhythm, is destroyed. What you will hear, then, are the natural resonant frequencies of the room articulated by speech. I regard this activity not so much as a demonstration of a physical fact, but more as a way to smooth out any irregularities my speech might have ”

El aporte fundamental de Lucier radica comenzar a entender los sonidos como longitudes de onda medibles. Esto nos permite entender los sonidos musicales en multiples dimensiones, a diferencia de la vision clásica bi-dimensional que plantea por ejemplo, antes o después en la partitura o arriba o abajo en el teclado. El tono no es alto o grave para Lucier, si no, que es un tema de longitudes de onda mayores o menores viajando en mutiles direcciones, que físicamente se refuerzan e interfieren entre ellas entre las estructuras y objetos que forman y habitan el espacio. En palabras del propio Lucier:

“ Entender el sonido como longitudes de onda medibles, en vez de notas altas o graves, ha cambiado completamente mi idea acerca de la música, desde una metáfora a un hecho, en realidad, me ha conectado con la arquitectura”

Desde este punto, podemos comenzar a entender el sonido como una herramienta descriptiva del espacio.

En 1985 un equipo multidisciplinario realizo la opera "Prometeo: Tragedia dell' Ascolto" Esta obra es una colaboración entre un compositor, Luigi Nono, un filosofo, Massimo Cacciari, un director, Claudio Abbado, un pintor, Emilio Vedova y finalmente un arquitecto, Renzo Piano. El objetivo de del proyecto, fue el de crear un espacio musical especifico para la opera Prometeo, mientras que se cuestionaban el concepto y organización de la sala de conciertos tradicional.

El publico estaba sentado al centro de la estructura, rodeados por los músicos, que eran distribuidos en distintas alturas. La idea era dejar que la música fluyera desde multiples puntos que irían cambiando continuamente durante la opera, creando una interacción ,en distintos puntos de la estructura, entre el espacio y la música, permitiendo que una, exista en virtud de la otra. Esta aproximación plantea la idea de la especialización sonora, como una herramienta creativa, potenciando y modificando el relato, en virtud de la forma en que el espacio y el sonido interactúan. Los músicos moviéndose a través de las pasarelas mientras tocan, subiendo y bajando, cerca, lejos, obstruyéndose, etc. Representan puntos en el espacio, que van construyendo las coordenadas de el espacio sonoro.

Me interesan estos dos ejemplos, por la clara relación que marcan entre el espacio y el sonido, no en términos de optimización, como podríamos citar miles de excelentes teatros y variadas técnicas que buscan acondicionar el espacio a respuestas "óptimas" dentro de los cánones de confort acústico, si no, desde esta interacción como una herramienta creativa, capaz de comunicar en un nuevo nivel. Si bien ambos ejemplos gravitan en torno a expresiones bastante sofisticadas de la música moderna, por un lado Lucier como el padre de la música minimalista y Prometeo como una obra conceptual y multidisciplinaria, son un buen marco para proponer nuevos caminos de relacionarnos con el sonido y el espacio. Si establecemos esto como un marco conceptual para generar una nueva capa de expresión y transformación, debemos referirnos inevitablemente a como convive la "cultura de la vision" con la auditiva.

Sobre esto, le compositor canadiense R. Murray Schafer escribió una de las obras mas citadas en el ámbito de la ecología acústica y la cultura sonora " The tuning of the world" de 1977.

El punto fe partida de Schafer, fue notar el increíble dominio de la modalidad visual en la sociedad, la "eye culture" que por consiguiente le hizo notar que la capacidad de los niños de "escuchar" estaba siendo considerablemente deteriorada. Como académico Schafer lucho por que se introdujeran "listening skills" como parte integral de los currículos académicos canadienses. La idea de una "sonological competence" llevo shafer a generar un rango de metodos de "ear cleaning" que incluían meditaciones en movimiento que buscaban mantener un alto nivel de consciencia sónica.

Desde el principio de los 70's Schafer congrego a muchos de sus colegas en el "World Soundscape Project" que tenia como proyecto principal el estudio del paisaje sonoro de Vancouver. EL estudio incluía mediciones que producían mapas de decibeles, grabaciones de paisajes sonoros y la descripción de sus componentes sónicas. Con este trabajo Schafer logra definir una taxonomía de lo que desde este punto se comienza a entender como "Soundscape". Primero, los "background sounds" estaban definidos como "keynotes", en una analogía musical, donde el "keynote" o llave, define la tonalidad de una composición y los "foreground sounds" o sonidos de nivel medio, generalmente capaces de atraer atención son denominados "sound signals". Por ultimo los sonidos particularmente ligados a una comunidad o sus visitantes, son denominados "Soundmarks", ahora en una analogía territorial al termino "landmark". Ejemplo naturales de lo anterior son una cascada, geysers, etc. mientras que los ejemplos culturales son definidos por ejemplo por la campana del pueblo y las actividades tradicionales. Esta terminología ayuda a poder expresar que la identidad de una localidad particular , puede, al igual que la arquitectura, costumbres y vestimenta, ser expresada a través de su paisaje sonoro o "Soundscape"

Desde la revolución industrial, la cantidad de paisajes sonoros únicos o característicos ha ido desapareciendo por completo o se han ido sumergiendo en una nube de ruido homogeneizado y anónimo, producto del ubicuo “keynote” de la ciudad moderna, *el tráfico*. El contraste entre los espacios acústicos de la era pre-industrial y post-industrial, está bien expresado en como Shafer utiliza los términos “Hi-Fi”(Alta fidelidad) y “Lo-Fi”(baja fidelidad) donde el primero caracteriza a la era pre y el segundo a la post. Shafer define un paisaje sonoro como Hi-Fi cuando “los sonidos se superponen menos frecuentemente, lo que hace más fácil entender el background y el foreground” (1977a, 43).

Después de largos análisis espectrográficos, de horas de registro de paisajes sonoros, Shafer concluye que el intercambio vocal entre especies es una de las características fundamentales de un paisaje sonoro. Además de los balances rítmicos que Shafer y su equipo encontraron en hábitats naturales, Krause(1993) sugiere que existe un equilibrio aparente a lo largo del espectro audible de estos paisajes. La posibilidad de un balance espectral surge de los ejercicios de captura de infinitas horas de grabación de estos paisajes sonoros, desde donde Krause concluye “ Cuando un ave canta, o un mamífero o anfibio vocaliza, cada una parece encajar en relación a todo el resto de los sonidos en términos de frecuencia y prosodia(ritmo)”(1993-159). Desde esta observación y la del propio Shafer, donde descubre que existen “nichos espectrales” donde los cantos y vocalizaciones de animales e insectos logran generar bandas de casi cero energía donde las vocalizaciones y cantos de otras especies pueden existir, es donde nace la idea de una “ecología acústica”.

Otro aspecto interesante en los estudios de Shafer, tiene que ver con la “coloración sonora”(en término de sonido, se entiende como las “modificaciones” sufridas por el sonido al interactuar con un medio) causada por el eco y las reverberaciones que ocurren en la medida que el sonido es reflejado y absorbido por el ambiente y también por los efectos del clima, como temperatura, viento, y humedad. Según Shafer la *coloración* resultante ofrece información significativa para el auditor, entregando pistas acerca de la naturaleza física de dicho ambiente, expresando sus dimensiones en relación al auditor. Sobre esto Barry Truax(otro reconocido autor y colega de Shafer) concluye “...el sonido que llega hasta nuestros oídos, es una analogía del estado de nuestro entorno físico, ya que a medida que el sonido viaja se va cargando de cada interacción con los elementos del entorno...” (Truax 1984, 15).

Lucier, Prometeo, Shafer y Truax, nos proponen al sonido como un descriptor/constructor del espacio, cada uno desde su perspectiva, pero con ciertas ideas comunes. Es con esta premisa que se plantean las preguntas de esta investigación, como podemos afectar la percepción del espacio a través del sonido? Se podrán alterar individualmente los componentes del paisaje sonoro? Que emerge de usar el sonido como una herramienta de diseño? Es posible sustentar un proceso de diseño desde lo sónico y no en lo visual? Si vemos la relación diseño-sonido como una nueva herramienta, podemos empezar a entender ciertas analogías con las prácticas actuales, por ejemplo uno de los grandes paradigmas del diseño paramétrico en la arquitectura, es la capacidad de transformación de un determinado elemento o estructura, generalmente asociados a sistemas electromecánicos y últimamente al desarrollo de materiales inteligentes. Cuando a través de la manipulación del sonido, podemos asignar nuevas propiedades a un cierto material o espacio, estamos en cierta forma trabajando en base al mismo paradigma, desde un lugar similar a como los materiales inteligentes cambian su estructura molecular, pero en este caso estamos cambiando las frecuencias en que los materiales vibran.

2.- Antecedentes teóricos e históricos

- Material Soundwaves:

Ernst Chladni
Joseph Fourier
Jules Antoine Lissajous
Auguste Toepler
Wallace Clement Sabine
Thomas Edison

- Sound and Space

Iannis Xenakis
Alvin Lucier
Charles Dodge

- Data development

Claude Shannon
Derek Price

- Sound, society and information

Barry Truax
Jaques Attali
Gordon Pask
R Murray Shafer
Marshall McLuhan
Walter J Ong
Michel Bull

- Sonification

Gregory Kramer

- Big Data and visualisation

- Sound spatialisation

Estudios de caso

- 1.- Alvin Lucier I Am Sitting in a Room Immersed and Propagated**
- 2.- Prometeo Musical Space Design Venice and Milan**
- 3.- 4DSOUND**
- 4.- The Game of Life Foundation**

Metodología

La metodología consiste en una secuencia de experiencias que buscan entender las componentes espaciales que pueden o no ser afectadas y transformadas por una espacialización sonora. Fundamentalmente esta tesis busca usar la capacidad de WFS para reconstruir un campo de ondas y con esto poder mover sonidos en el espacio en función de describir sus límites. También se busca entender las posibilidades de transformación a nivel material, es decir como en base a la inducción de vibraciones podemos alterar la respuesta acústica de una superficie.

La síntesis de campo de ondas o WFS, es una técnica de producción y reproducción sonora, diseñada específicamente para la representación espacial sonora. Espacios sonoros virtuales son simulados y sintetizados usando un gran número de parlantes individuales o paneles con multi-actuadores. La innovación de esta tecnología es que el sonido parece emanar desde puntos virtuales que pueden moverse a través del espacio.

Esta técnica está basada en el principio teórico del matemático holandés Christiaan Huygens. En este principio una onda esférica pasa su energía a su "partícula" vecina, que como respuesta genera una nueva onda, de tal forma que la onda en la posición X puede ser predecida. Esto significa que cualquier onda puede ser reconstruida a partir de estas ondas secundarias.

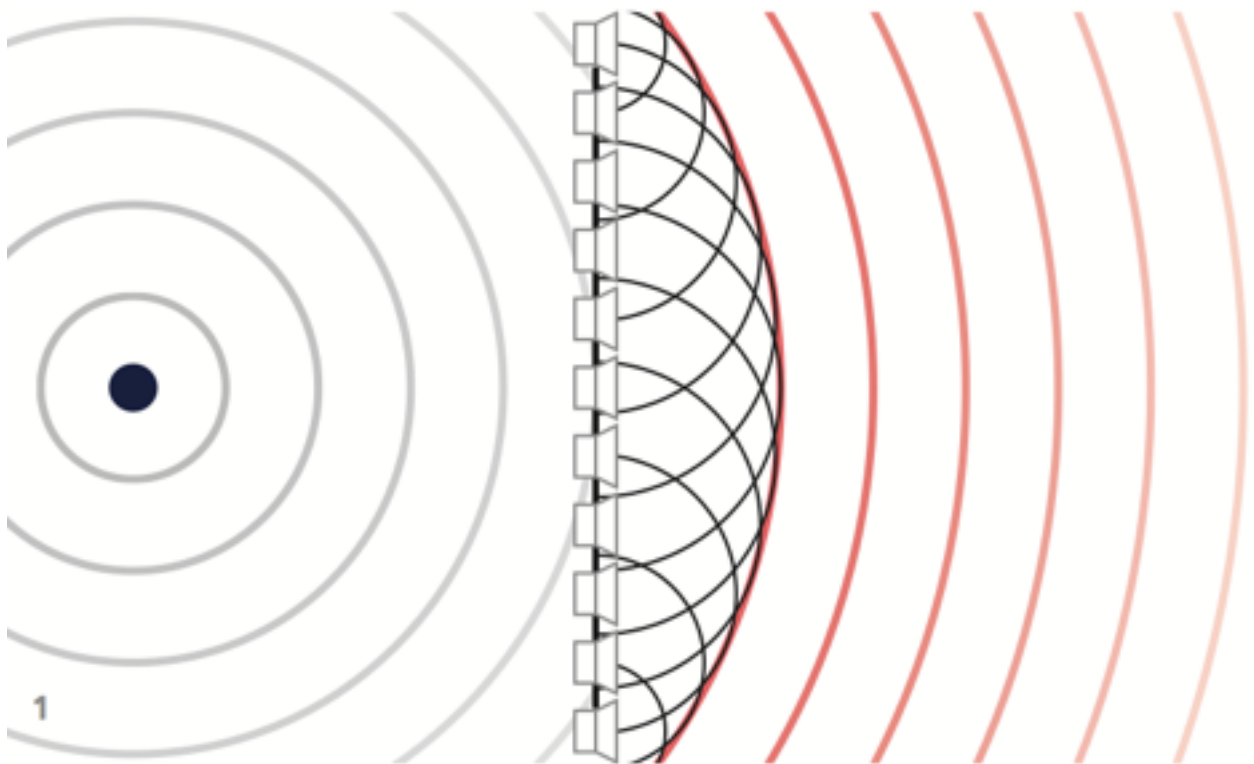
Por lo tanto el sistema de WFS sintetiza frentes de onda de acuerdo al principio de Huygens. El procedimiento básico de WFS fue desarrollado en 1988 por el profesor Berkhout en la universidad técnica de Delft. A diferencia de los procedimientos convencionales de audio, como stereo o surround, la percepción de estos campos de ondas no depende de fenómenos psicoacústicos. El campo de ondas es efectivamente reconstruido, esto es físicamente. Es aquí donde radica el mayor interés por estos nuevos tipos de espacialización (como también HOA) que tienen la capacidad de reconstruir físicamente, esto es poder definir una fuente sonora virtual y reconstruir esa probabilidad en una onda de presión capaz de afectar el espacio. Al usar estas herramientas como fuentes descriptoras del espacio, se abre un campo bastante extenso para poder generar relaciones geométrico-sonoras, desde las cuales podemos afectar la percepción de los límites del espacio.

El posicionamiento del sonido dentro de un sistema estéreo, o surround se origina de las diferencias de tiempo o intensidad entre los parlantes. En la "realidad" cuando el sonido es producido naturalmente, esto es desde fuentes diversas en el espacio, estas llegan con mínimas diferencias de tiempo entre un oído y otro (esto es generado por que las fuentes jamás están situadas a la misma distancia de cada oído). Es debido a esta diferencia de tiempo inter-aural (generalmente en frecuencias bajo los 1500hz) que podemos usar esta información para determinar físicamente la dirección de donde proviene el sonido.

Con la técnica de reproducción stereo o surround, el sonido del parlante izquierdo llega primero al oído izquierdo y después al oído derecho y viceversa. El cerebro toma estas diferencias y determina una ubicación "aparente" de la fuente sonora. Para la percepción de sonidos sobre los 1500z hacemos uso de diferencias de tiempo inter-aurales más cambios en la coloración del sonido, causado entre otros factores por las interferencias físicas de nuestra propia cabeza y la estructura de nuestros oídos. En este caso los sistemas basados en stereo o surround, son

deficientes en poder interpretar esta información espacial, y son poco convincentes, esto es, fallan en generar una lectura psicoacústica lo suficientemente compleja para localizar con precisión un fuente virtual. En esta situación el cerebro determina la ubicación aparente basado en la diferencia de intensidad, por lo tanto el auditor necesita estar exactamente en el centro de ambos parlantes(sweetspot) para poder interpretar correctamente la imagen stereo. Esto es por que es solo en este punto donde las diferencias entre un parlante y otro son precisas.

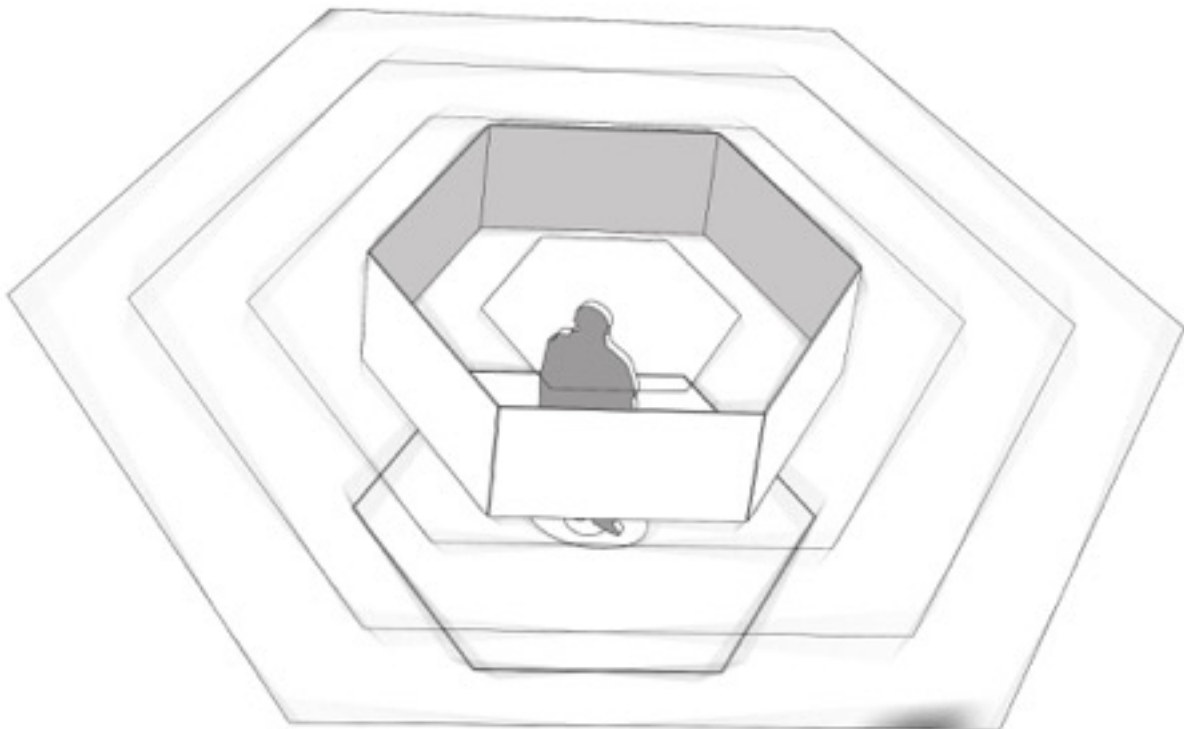
Con la técnica de WFS y un array lo suficientemente complejo, la onda misma puede ser reconstruida. Esto no puede ser conseguido con un sistema stereo, puesto que los parlantes son en si mismos la fuente y por lo tanto no están reconstruyendo una fuente. En la practica un computador controla individualmente un gran numero de parlantes ordenados como arrays al rededor del auditor. El sistema puede activar individualmente cada membrana en el momento exacto que la onda reconstruida pase a través de el. De esta forma el sonido deja de ser simulado, como en los sistemas stereo o surround que usan técnicas psicoacústicas para “engañar” el sistema auditivo. En conclusión la reproducción sonora deja de ser un fenómeno psicoacústico y es reconstruido realmente, esto es en base a fenómenos físicos.



Reconstrucción de una fuente virtual con WFS.

Proceso

- 1.- En base a un secuenciador vectorial, en esta caso Iannix, reconstruiremos el espacio generado por los paneles y generaremos un modelo del espacio a trabajar. De esta forma podemos mover en base a vectores cualquier fuente sonora. Esta secuenciador controla a SPAT que es el responsable de hacer el proceso de señal y dividir los canales para controlar individualmente cada panel.
- 2.- Con esto podremos invitar a distintos auditores y en base a la percepción de distancia de cada fuente, entender si la percepción del espacio sufre alguna variación. Como primer ejercicio moveremos una fuente desde el eje del panel alejándola del auditor y luego acercándola.
- 3- En primera instancia utilizaremos 6 paneles en forma de hexágono para entender el comportamiento concéntrico, o esférico de las fuentes y en un segundo caso utilizaremos paneles en paralelo que crean una suerte de pasillo donde la relación con la fuente es lineal.
- 4- Luego de definir la secuencia vectorial de las fuentes, la idea es explorar con los parámetros que SPAT usa para simular las cualidades del espacio intervenido, con esto haremos una segunda prueba que tiene que ver con la coloración del sonido, esto es como el sonido se modifica a medida que interactúa con las propiedades físicas del espacio y como esto puede afectar la percepción del espacio físico.
- 5- Complementariamente a las pruebas con auditores, será necesario establecer un esquema de medición, esto puede ser llevado a cabo con instrumentos estándar que registran los rangos de frecuencia y presión sonora en un determinado punto, con esto podremos generar un modelo de la respuesta del sistema.



HARDWARE

1.- Como output, diseñaremos y fabricaremos un MAP (multi actuator panel). Este panel se compone de 8 excitors (transductores) de 25mm de 10w a 4Ω cada uno, montado sobre un panel de carton contraplacado con estructura de honeycomb de 244cm x 122cm. Para la instalación final el ideal seria contar con 3 paneles como este.

2.- Esta estructura de paneles es alimentada por 1 amplificador de 6x100W.

3.- La señal será procesada por CPU y utilizaremos como DAC una interfaz con 8 canales análogos que entregaran la señal al amplificador. Para la instalación final, investigaremos con AVB o como poder llevar audio multi-canal a través de ethernet. Como desarrollo futuro se plantea investigar en la programación de un DSP que controle el proceso autónomamente.

Proyecto

- instalación

Conclusiones

- trabajo futuro
- recomendaciones